

MENU

SEARCH

INDEX

DETAIL

1/1



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 08083696

(43)Date of publication of application: 26.03.1996

(51)Int.Cl.

H05H 1/46
C23C 16/50
C23F 4/00
H01L 21/203
H01L 21/205
H01L 21/3065

(21)Application number: 06219323

(22)Date of filing: 14.09.1994

(71)Applicant:

(72)Inventor:

MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

OKUMURA TOMOHIRO

NAKAYAMA ICHIRO

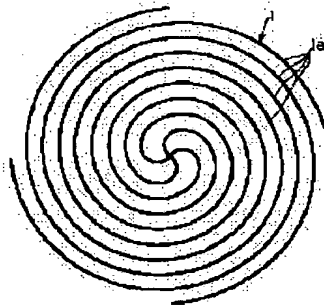
YANAGI YOSHIHIRO

(54) PLASMA TREATMENT DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an inductive coupling plasma treatment device with little temperature rise by forming a part or whole of a discharge coil into a multi-volute or spiral shape to decrease impedance of the discharge coil so as to conduct matching without parallel coils.

CONSTITUTION: In a discharge coil 1, four volute-shape discharge coils 1a are combined to one at a center part and arranged at an equal interval in the circumferential direction. A center part is connected to a high frequency power source, while outer peripheral parts are respectively grounded. An imaginary number part of impedance of the discharge coil 1 is nearly equal to characteristic impedance of a connecting cable of the discharge coil 1 and sufficient matching can be attained without use of a matching coil 20. In-plane uniformity of plasma density is not more than 3% within a diameter of 150mm.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.12.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998 Japanese Patent Office

MENU

SEARCH

INDEX

DETAIL

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8 - 8 3 6 9 6

(43) 公開日 平成8年(1996)3月26日

(51) Int. Cl. ^a	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 H 1/46	L	9216-2 G		
C 2 3 C 16/50				
C 2 3 F 4/00	A	9352-4 K		
H 0 1 L 21/203	S	9545-4 M		

審査請求	未請求	請求項の数 3	H 0 1 L 21/302	B
			O L	(全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-219323

(22) 出願日 平成6年(1994)9月14日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 奥村 智洋

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 中山 一郎

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 柳 義弘

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

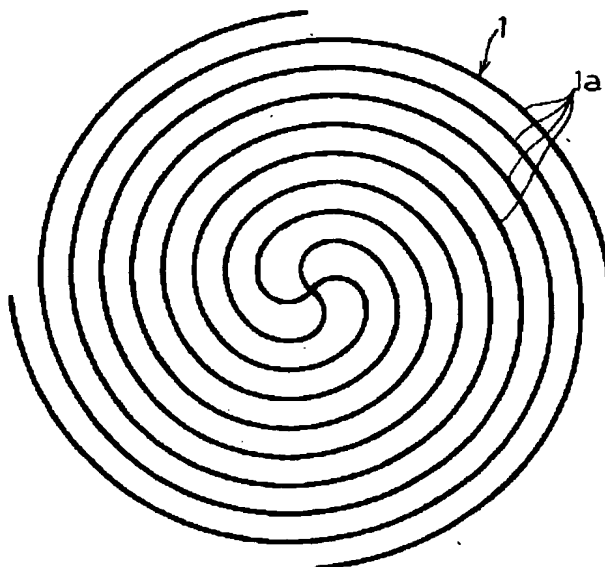
(74) 代理人 弁理士 石原 勝

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【目的】 高周波誘導結合方式プラズマ処理装置において、放電コイル用マッチング回路のマッチング用並列コイルによる電力効率の低下を小さくし、温度上昇を小さくする。

【構成】 真空容器と、基板電極と、放電コイルと、高周波電源と、放電コイルに導線にて接続されるとともに高周波電源に接続ケーブルにて接続されたマッチング回路とを備え、放電コイルに高周波電圧を印加することにより真空容器内にプラズマを発生させて基板電極上の基板を処理するプラズマ処理装置において、放電コイルを、一部又は全部が多重渦形の放電コイル 1 又は多重螺旋形の放電コイルにて構成した。



1...多重渦形の放電コイル

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空容器と、基板電極と、放電コイルと、高周波電源と、放電コイルに導線にて接続され高周波電源に接続ケーブルにて接続されたマッチング回路とを備え、放電コイルに高周波電圧を印加することにより真空容器内にプラズマを発生させて基板電極上の基板を処理するプラズマ処理装置において、放電コイルをその一部又は全部を多重の渦形にしたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 真空容器と、基板電極と、放電コイルと、高周波電源と、放電コイルに導線にて接続され高周波電源に接続ケーブルにて接続されたマッチング回路とを備え、放電コイルに高周波電圧を印加することにより真空容器内にプラズマを発生させて基板電極上の基板を処理するプラズマ処理装置において、放電コイルをその一部又は全部を多重の螺旋形にしたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項3】 放電コイルは、そのインピーダンスの複素表現における虚数成分が接続ケーブルの特性インピーダンスの5倍以下であることを特徴とする請求項1又は2記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体および薄膜回路の製造過程におけるドライエッチング、スパッタリング、プラズマCVD等利用できるプラズマ処理装置に関し、特に高周波誘導結合方式のプラズマ処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、半導体素子の微細化に対応して、ドライエッチング技術においては高アスペクト比の加工等を実現するために、またプラズマCVD技術においては高アスペクト比の埋め込み等を実現するために、より高真空中でプラズマ処理を行うことが求められている。

【0003】例えば、ドライエッチングの場合においては、高真空中において高密度プラズマを発生させると、基板表面に形成されるイオンシース中でイオンが中性ラジカル粒子と衝突する確率が少なくなるために、イオンの方向性が基板に向かって揃い、また電離度が高いために基板に到着するイオン対中性ラジカルの入射粒子束の比が大きくなる。このことから、高真空中において高密度プラズマを発生することによってエッチング異方性が高められ、高アスペクト比の加工が可能となる。

【0004】また、プラズマCVDの場合においては、高真空中において高密度プラズマを発生させると、イオンによるスパッタリング効果によって微細パターンの埋め込み・平坦化作用が得られ、高アスペクト比の埋め込みが可能になる。

【0005】従来の一般的な平行平板型のプラズマ処理装置の構成を、図7を参照して説明する。図7におい

2

て、真空容器3内に基板5を載置する基板電極4と対向電極30とを配設し、これらの電極5、30間に電極用高周波電源6にて高周波電圧を印加することによって真空容器3内にプラズマを発生させるように構成されている。なお、電極用マッチング回路7は負荷インピーダンスを電極用接続ケーブル8の特性インピーダンスにマッチングさせるための回路である。

【0006】この方式では、真空度が高くなるにつれて電子とイオンの衝突確率が減少するため、高真空中において高密度プラズマを発生することが難しく、十分な処理速度が得られず、また高周波電圧を無理に高くしてプラズマ密度を高くしようとすると、イオンエネルギーが大きくなり、エッチング選択比が低下したり、基板にダメージを与えることになる。

【0007】この平行平板型のプラズマ処理装置に対して、高真空中において高密度プラズマを発生させることができるプラズマ処理装置の1つとして、放電コイルに高周波電圧を印加することによって真空容器内にプラズマを発生させる高周波誘導結合方式のプラズマ処理装置がある。この方式のプラズマ処理装置は、真空容器内に高周波磁界を発生させ、その高周波磁界によって真空容器内に誘導電界を発生させて電子の加速を行い、プラズマを発生させるもので、コイル電流を大きくすれば高真空中においても高密度プラズマを発生することができ、十分な処理速度を得ることができる。

【0008】高周波誘導結合方式のプラズマ処理装置としては、主として図8に示すような平板型と、図9に示すような円筒型が知られている。図8、図9において、31は平板型放電コイル、32は円筒型放電コイルであり、9は放電コイル用高周波電源、10は放電コイル用マッチング回路、11は放電コイル用接続ケーブルである。放電コイル用マッチング回路10と放電コイル31、32とは導線12にて接続されている。なお、真空容器3、基板電極4、基板5、電極用高周波電源6、電極用マッチング回路7、電極用接続ケーブル8は図7と同様である。

【0009】図8、図9において、真空容器3内に適当なガスを導入しつつ排気を行い、真空容器3内を適当な圧力に保ちながら、放電コイル用高周波電源9により高周波電圧を放電コイル31、32に印加すると、真空容器3内にプラズマが発生し、基板電極4上に載置された基板5に対してエッチング、堆積、表面改質等のプラズマ処理を行うことができる。このとき、図8、図9に示すように、基板電極4にも電極用高周波電源6により高周波電圧を印加することで、基板5に到達するイオンエネルギーを制御することができる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図8、図9に示した従来の方式では、放電コイル用マッチング回路10内での電力損失が大きく、電力効率が低下する

のみならず、放電コイル用マッチング回路10の温度上昇が生じることがあるという問題がある。

【0011】以下に詳しく説明すると、図10は代表的な放電コイル用マッチング回路10の回路図である。13は入力端子、14、15は可変コンデンサ、16はマッチング用直列コイルである。可変コンデンサ14、15の容量をフィードバック制御することで、負荷インピーダンスの微変動に対応することができる。負荷インピーダンスの大きさによっては、マッチング用直列コイル16の巻数を変えたり、あるいはマッチング用直列コイル16を取り外したり、固定コンデンサ17又は18を挿入したりする必要がある。なお、19は出力端子である。

【0012】図11はスミスチャートで、斜線部分は図10に示した放電コイル用マッチング回路10の整合範囲を示す。当然のことながら、放電コイル用マッチング回路10内の各素子の定数によって図11に示す整合範囲も変化するが、ここでは代表的な場合を例示している。放電コイル31又は32のインピーダンスの複素表現において、その虚数部分が放電コイル用接続ケーブル11の特性インピーダンスの5倍の場合の放電コイル31又は32のインピーダンスを曲線Aに示す。図11から曲線Aの大部分が整合範囲から外れていることがわかる。

【0013】そこで、放電コイル用マッチング回路10において、図12に示すように、放電コイル31又は32のインピーダンスの複素表現における虚数部分と同一インピーダンスを持つマッチング用並列コイル20を接続したものがあ、その場合可変コンデンサ15の負荷側端子から負荷側をみたインピーダンスは、その虚数成分が曲線Aの半分、すなわち放電コイル用接続ケーブル11の特性インピーダンスの2.5倍となるから、図11の曲線Bで表される。通常、放電コイル31又は32のインピーダンスの実数成分はきわめて小さいので、曲線Bの一部（実数成分が放電コイル用接続ケーブル11の特性インピーダンスの1.3倍以下の大部分の範囲）が整合範囲内にいることから、マッチング用並列コイル20を用いることで、マッチングがとれるようになることがわかる。

【0014】以上の説明では、マッチング用並列コイル20のインピーダンスが放電コイル31又は32のインピーダンスと同一である場合について述べたが、放電コイル31又は32のインピーダンスが大きい場合はマッチング用並列コイル20のインピーダンスをかなり小さくしないとマッチングがとれない。また、放電コイル31又は32のインピーダンスがさほど小さくなくても、可変コンデンサ15の負荷側端子から負荷側をみたインピーダンスの虚数成分は小さければ小さいほどマッチングに対するマージンが広がるから、できるだけマッチング用並列コイル20のインピーダンスは小さくした

い。このようなケースでは、回路的にマッチング用並列コイル20と放電コイル31または32とは並列に接続されているので、放電コイル31又は32よりもマッチング用並列コイル20により大きな電流が流れることになる。したがって、マッチング用並列コイル20のインピーダンスの実数成分がたとえ小さな値であっても、そこでの電力損失は無視できなくなるとともに電力効率は低下する。そして、この電力損失はマッチング用並列コイル20の発熱量と等価であるから、放電コイル用マッチング回路10内の温度上昇を招くことになる。

【0015】また、平板型高周波誘導結合方式プラズマ処理装置の場合、真空容器3内に基板面内均一性よくプラズマを発生させようとするれば、少なくとも基板5の大きさと同じ大きさの放電コイル31が必要である。放電コイル31の形状としては、図13に示すような1巻コイルが考えられる。一般にコイルのインダクタンスはコイルの直径が大きいほど大きくなるから、結局、基板5が大きいときには放電コイル31のインダクタンスも大きくならざるを得ない。また、更に基板面内均一性を改善しようとするれば、放電コイル31の形状は、図14に示すような渦形コイルにするのが望ましい。渦形コイルと1巻コイルを比較すると、放電コイル31の最外径が同程度なら、渦形コイルの方が当然インダクタンスは大きい。我々の測定では、直径150mm内にあけるプラズマ密度の均一性が3%以内となるような渦形の放電コイル31のインダクタンスは、ある放電条件において、

1. $1\mu\text{H}$ であった。放電コイル用高周波電源9の周波数が13.56MHzのとき、放電コイル31のインピーダンスの虚数成分は94Ωであるから、放電コイル用接続ケーブル11の特性インピーダンスの一般的な値である50Ωの2倍弱となる。この程度の値であれば、マッチング用並列コイル20無しでもマッチングをとるのは可能であるが、先に述べたように、マッチングに対するマージンを考えると、マッチング用並列コイル20として0.5～1μH程度のコイルを挿入した方が、マッチングに対するマージンという観点からは望ましい。

【0016】ところで、放電コイル31のインピーダンスは周波数に比例するから、例えば放電コイル用高周波電源9の周波数が40MHzのときは、上記1. $1\mu\text{H}$ の放電コイル31のインピーダンスは276Ω（＝50Ω×5.5）となり、マッチングをとるためにはマッチング用並列コイル20が不可欠となる。

【0017】また、基板5が大きい場合や、バッチ処理したい場合に、大面積に均一なプラズマを発生させるためには、当然放電コイル31を大きくする必要があり、コイル用高周波電源9の周波数が13.56MHzであっても、放電コイル31のインピーダンスが数百Ωになることもある。この場合も、マッチングをとるためにはマッチング用並列コイル20が不可欠となる。

【0018】そこで、大面積に均一なプラズマを発生さ

ることができ、かつ放電コイル31のインピーダンスを小さくできるような放電コイルの構成として、図15に示すように、複数の渦形コイルを並列接続する方法が考えられる。しかし、このような放電コイル構成にすると、隣合うコイル同志の作る高周波磁界が一部相殺するため、十分なプラズマ密度を得ることができないという問題を生じる。我々の測定によれば、 $1.3\mu\text{H}$ の渦形コイルの1つを用いた場合に比較して、同じ渦形コイル

4つを並列接続で用いた場合には、放電コイルのトータルインダクタンスは $0.51\mu\text{H}$ となり、59%に低減できたが、プラズマ密度は11%低下してしまった。

【0019】円筒型高周波誘導結合方式プラズマ処理装置の場合、真空容器3の外側に螺旋形放電コイル32を配置しているので、少なくとも真空容器3の外形と同じ大きさの螺旋形放電コイル32を用いることになる。したがって、一般的に平板型高周波誘導結合方式プラズマ処理装置に比べて放電コイル32のインダクタンスは大きくなる。よって、マッチングをとるため、あるいはマッチングに対するマージン確保のため、マッチング用並列コイル20が必要となるケースは多い。我々の測定では、円筒の直径が300mmの場合、螺旋形放電コイル2

のインダクタンスは $1.8\mu\text{H}$ (= 150Ω 、 13.56MHz)であった。

【0020】以上の説明からわかるように、処理面積の大型化、印加周波数の高周波数化のための放電コイル31又は32のインダクタンス増大、あるいはマッチングに対するマージンの拡大化のために、マッチング用並列コイル20が必要となるが、マッチング用並列コイル20を用いると、特にそのインピーダンスの虚数成分が小さい場合に、そこでは必然的に電力損失が生じるとともに、電力効率が低下する。そして、この電力損失はマッチング用並列コイル20の発熱量と等価であるから、放電コイル用マッチング回路10内の温度上昇を招くことになるという問題があった。

【0021】本発明は、上記従来の問題点を鑑み、マッチング用並列コイルとして特にインピーダンスの虚数成分が小さいコイルを用いる必要がないか、又はマッチング用並列コイルを必要とせず、したがって電力効率の低下が小さく、放電コイル用マッチング回路の温度上昇が小さい誘導結合方式プラズマ処理装置を提供することを目的とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】本願の第1発明のプラズマ処理方法は、真空容器と、基板電極と、放電コイルと、高周波電源と、放電コイルに導線にて接続され高周波電源に接続ケーブルにて接続されたマッチング回路とを備え、放電コイルに高周波電圧を印加することにより真空容器内にプラズマを発生させて基板電極上の基板を処理するプラズマ処理装置において、放電コイルをその一部又は全部を多重の渦形にしたことを特徴とする。

【0023】本願の第2発明のプラズマ処理装置は、真空容器と、基板電極と、放電コイルと、高周波電源と、放電コイルに導線にて接続され高周波電源に接続ケーブルにて接続されたマッチング回路とを備え、放電コイルに高周波電圧を印加することにより真空容器内にプラズマを発生させて基板電極上の基板を処理するプラズマ処理装置において、放電コイルをその一部又は全部を多重の螺旋形にしたことを特徴とする。

【0024】好適には、放電コイルは、そのインピーダンスの複素表現における虚数成分が接続ケーブルの特性インピーダンスの5倍以下とされる。

【0025】

【作用】本願の第1及び第2発明のプラズマ処理装置によれば、放電コイルの一部又は全部が多重の渦形又は螺旋形であるため、放電コイルのインピーダンスを小さくすることができ、その結果特にインピーダンスの虚数成分が小さいマッチング用並列コイルを用いなくてもマッチングをとることができる。したがって、電力効率の低下が小さく、放電コイル用マッチング回路の温度上昇が小さい誘導結合方式プラズマ処理装置を提供することができる。

【0026】また、放電コイルのインピーダンスの複素表現においてその虚数成分が、接続ケーブルの特性インピーダンスの5倍以下であるようにすると、マッチング用並列コイルを用いなくてもマッチングをとることができるため、電力効率の低下、放電コイル用マッチング回路の温度上昇が生じることがない誘導結合方式プラズマ処理装置を提供することができる。

【0027】

【実施例】以下、本発明の第1実施例のプラズマ処理装置について図1と図8を参照して説明する。なお、プラズマ処理装置の全体構成は、従来例について図8を参照して説明したものと同一であり、その説明を援用してここでの説明を省略する。

【0028】本実施例では、図8の放電コイル31の代わりに図1に示すように、多重渦形の放電コイル1を用いている。この放電コイル1は4つの渦形の放電コイル1aを中心部で1つに結合して周方向に等間隔に配列したものであり、中心部が高周波電源9に接続され、外周端がそれぞれ接地されている。

【0029】このように構成されたプラズマ処理装置において、アルゴン流量30SCCM、圧力10mTorr、放電コイル用高周波電源9及び基板電極用高周波電源6の周波数はともに 13.56MHz 、投入電力がそれぞれ1000W、300Wのときの放電コイル1のインピーダンスを測定すると、 $1.5\Omega + j51\Omega$ であった。なお、放電コイル用接続ケーブル11は、特性インピーダンス50Ωのものを使用したため、放電コイル1のインピーダンスの虚数成分は放電コイル用接続ケーブル11の特性インピーダンスにほぼ等しい。従って、図

1.1 のスミスチャートから明らかなように、マッチング用並列コイル 20 を用いなくてもマッチングをとることができ、しかも十分なマッチングに対するマージンを確保できる。また、プラズマ密度の面内均一性も、直径 150mm 内において 3% 以下で、プラズマ密度としても従来例で示した平板型放電コイル 31 (図 14) の場合と大差なかった。従来例で示した平板型放電コイル 31 の場合では、放電コイルのインピーダンスの虚数成分は 94Ω であったから、この実施例では従来例と比較して同等のプラズマが得られている一方で、放電コイルのイン

【0030】また、放電コイル用高周波電源 9 の周波数を 40MHz に変えて実験を行ったところ、従来の渦形放電コイル 31 の場合にはマッチング用並列コイル 20 無しではマッチングがとれなかったが、多重渦形放電コイル 1 ではそのインピーダンスの虚数成分は 150Ω (=50Ω×3) であるから、マッチング用並列コイル 20 を用いずにマッチングをとることができた。より広いマッチングに対するマージンを確保するために、マッチング用並列コイル 20 を用いてもよいが、同程度のマージン確保に必要となるマッチング用並列コイル 20 のインピーダンスは多重渦形放電コイル 1 を用いた方がはるかに大きくて済むため、マッチング用並列コイル 20 での電力損失もはるかに小さくて済む。なお、多重渦形放電コイル 1 のインピーダンスの虚数成分が 250Ω (=50Ω×5) になるのは電源周波数が 67MHz の場合であるから、マージンを無視すれば、60MHz 程度以下の周波数に対しては、図 1 の多重渦形放電コイル 1 でマッチング用並列コイル 20 無しでのマッチングが可能である。

【0031】次に、本発明の第 2 実施例のプラズマ処理装置について図 2 と図 9 を参照して説明する。なお、プラズマ処理装置の全体構成は、従来例について図 9 を参照して説明したものと同一であり、その説明を援用してここでの説明を省略する。

【0032】本実施例では、図 9 の放電コイル 32 の代わりに図 2 に示すように、多重螺旋形の放電コイル 2 を用いている。この放電コイル 2 は 4 つの螺旋形の放電コイル 2a を周方向に等間隔に配列し、それらの両端が環状コイル 2b、2c に接続され、一方の環状コイル 2b が高周波電源 9 に接続され、他方の環状コイル 2c が接地されている。

【0033】このように構成されたプラズマ処理装置において、アルゴン流量 30SCCM、圧力 10mTorr、放電コイル用高周波電源 9 及び基板電極用高周波電源 6 の周波数はともに 13.56MHz、投入電力がそれぞれ 1000W、300W のときの放電コイル 2 のインピーダンスを測定すると、 $1.8\Omega + j79\Omega$ であった。なお、放電コイル用接続ケーブル 11 は、特性イン

ピーダンス 50Ω のものを使用したので、放電コイル 2 のインピーダンスの虚数成分は放電コイル用接続ケーブル 11 の特性インピーダンスの 1.6 倍である。従って、図 11 のスミスチャートから明らかなように、マッチング用並列コイル 20 を用いなくてもマッチングをとることができ、しかも十分なマッチングに対するマージンを確保できる。プラズマ密度としても従来例で示した円筒型放電コイル 32 の場合と大差なかった。従来例で示した円筒型放電コイル 32 の場合では、放電コイルのインピーダンスの虚数成分は 150Ω であったから、この実施例では従来例と比較して同等のプラズマが得られている一方で、放電コイルのインピーダンスの虚数成分を 53% に抑えることができたことになる。

【0034】また、放電コイル用高周波電源 9 の周波数を 27MHz に変えて実験を行ったところ、従来の円筒型放電コイル 32 の場合にはマッチング用並列コイル 20 無しではマッチングがとれなかったが、多重螺旋形放電コイル 2 ではそのインピーダンスの虚数成分は 158Ω (=50Ω×3.2) であるから、マッチング用並列コイル 20 を用いずにマッチングをとることができた。より広いマッチングに対するマージンを確保するために、マッチング用並列コイル 20 を用いてもよいが、同程度のマージン確保に必要となるマッチング用並列コイル 20 のインピーダンスは多重螺旋形放電コイル 2 を用いた方がはるかに大きくて済むため、マッチング用並列コイル 20 での電力損失もはるかに小さくて済む。なお、多重螺旋形放電コイル 2 のインピーダンスの虚数成分が 250Ω (=50Ω×5) になるのは電源周波数が 43MHz の場合であるから、マージンを無視すれば、40MHz 程度以下の周波数に対しては、図 2 の多重螺旋形放電コイル 2 でマッチング用並列コイル 20 無しでのマッチングが可能である。

【0035】上記各実施例において、放電コイルの形状はこれらに限定されるものではない。例えば、渦形コイル、螺旋形コイルの多重度は 4 でなくてもよく、何重であってかまわない、多重度が高いほど放電コイルのインピーダンスは小さくできるため、より大きな処理面積への対応、より高い電源周波数への対応が可能となる。また、放電コイルが多重の渦形、あるいは多重の螺旋形であるのは、必ずしも放電コイル全部である必要はない。図 3、図 4、図 5、図 6 に示すような放電コイルの一部が多重の渦形、あるいは多重の螺旋形であってもよい。

【0036】図 3 の例では、中心部が多重渦形コイル 1 にて構成され、各渦形コイル 1a の外端が環状コイル 1b に接続され、その外側に通常の渦形コイル 1c が接続されている。図 4 の例では外周部が多重渦形コイル 1 にて構成され、各渦形コイル 1a の内周端が環状コイル 1d に接続され、その外側に通常の渦形コイル 1e が接続されている。

【0037】図5の例では、多重螺旋形コイル2の下部に通常の螺旋形コイル2dが接続されている。図6の例では多重螺旋形コイル2の上部と下部の両方に通常の螺旋形コイル2d、2eが接続されている。

【0038】

【発明の効果】本願の第1及び第2発明のプラズマ処理装置によれば、以上の説明から明らかなように、放電コイルの一部又は全部が多重の渦形又は螺旋形としたことにより、放電コイルのインピーダンスを小さくすることができ、その結果特にインピーダンスの虚数成分が小さいマッチング用並列コイルを用いなくてもマッチングをとることができる。したがって、電力効率の低下が小さく、放電コイル用マッチング回路の温度上昇が小さい誘導結合方式プラズマ処理装置を提供することができる。

【0039】また、放電コイルのインピーダンスの複素表現においてその虚数成分が、接続ケーブルの特性インピーダンスの5倍以下であるようにすると、マッチング用並列コイルを用いなくてもマッチングをとることができるため、電力効率の低下、放電コイル用マッチング回路の温度上昇が生じることがない誘導結合方式プラズマ処理装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例におけるプラズマ処理装置の放電コイル形状を示す平面図である。

【図2】本発明の第2実施例におけるプラズマ処理装置の放電コイル形状を示す斜視図である。

【図3】本発明の他の実施例の放電コイル形状を示す平面図である。

【図4】本発明のさらに別の実施例の放電コイル形状を示す平面図である。

【図5】本発明のさらに別の実施例の放電コイル形状を示す斜視図である。

【図6】本発明のさらに別の実施例の放電コイル形状を示す斜視図である。

【図7】従来例の平行平板型のプラズマ処理装置の構成図である。

【図8】従来例の平板型高周波誘導結合方式プラズマ処理装置の構成図である。

【図9】従来例の円筒型高周波誘導結合方式プラズマ処理装置の構成図である。

【図10】代表的な放電コイル用マッチング回路の構成図である。

【図11】図10のマッチング回路の整合範囲を示すミスチャートである。

【図12】マッチング用並列コイルを用いた放電コイル用マッチング回路の構成図である。

【図13】従来例の放電コイルの詳細を示す平面図である。

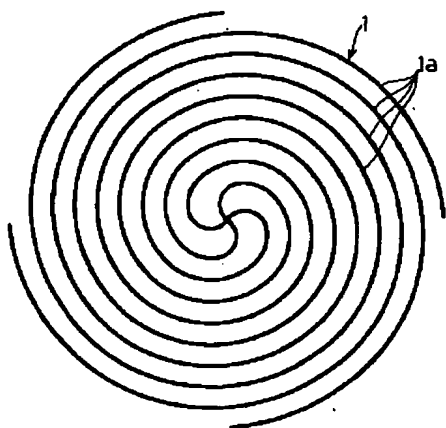
【図14】他の従来例の放電コイルの詳細を示す平面図である。

【図15】さらに別の従来例の放電コイルの詳細を示す平面図である。

【符号の説明】

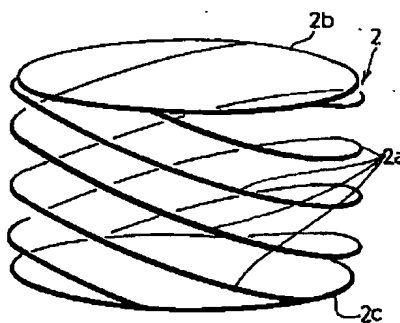
- 1 多重渦形の放電コイル
- 2 多重螺旋形の放電コイル
- 3 真空容器
- 4 基板電極
- 5 基板
- 9 放電コイル用高周波電源
- 10 放電コイル用マッチング回路
- 11 放電コイル用接続ケーブル
- 12 導線
- 20 マッチング用並列コイル

【図1】



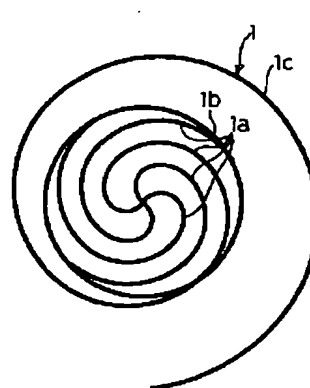
1…多重渦形の放電コイル

【図2】

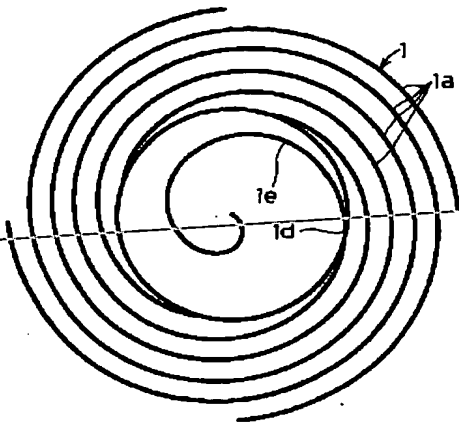


2…多重螺旋形の放電コイル

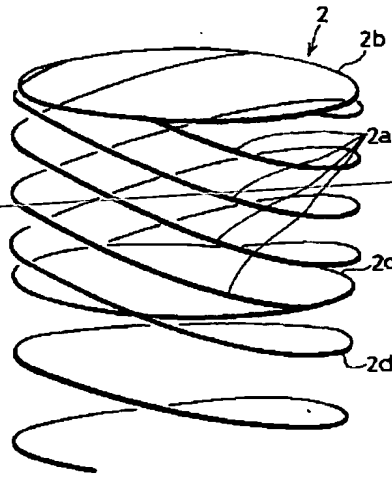
【図3】



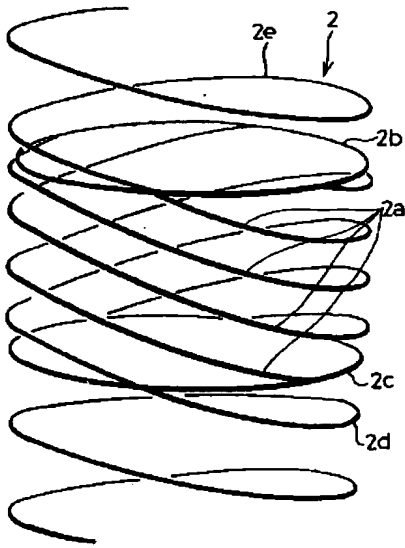
【図 4】



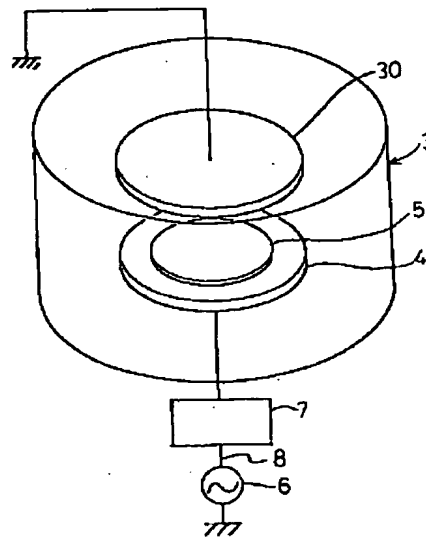
【図 5】



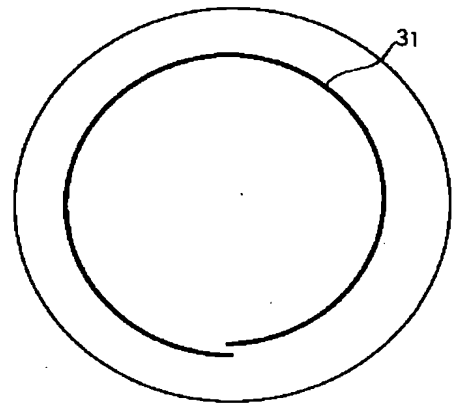
【図 6】



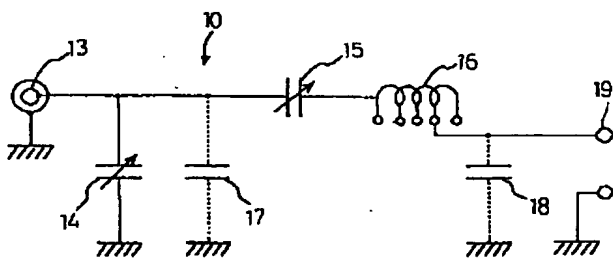
【図 7】



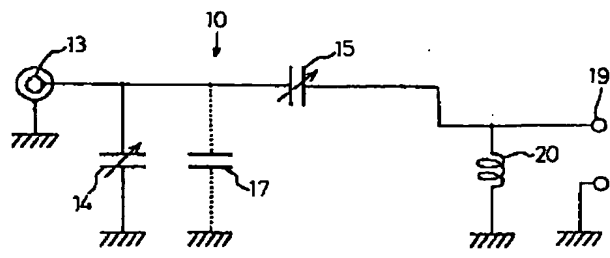
【図 1 3】



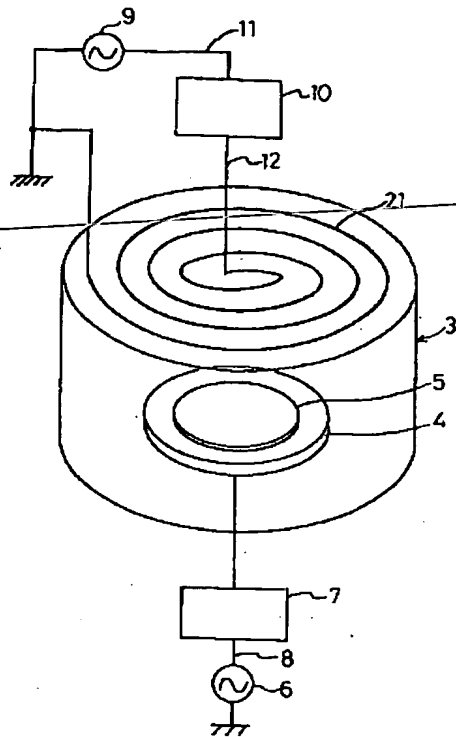
【図 1 0】



【図 1 2】

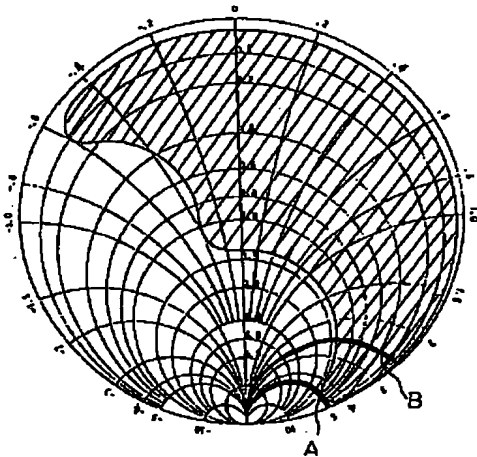


【図 8】

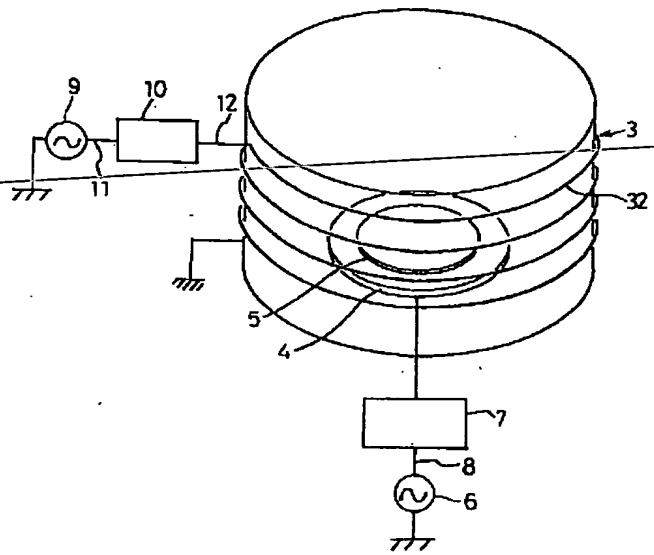


- 3...螺旋電極
 4...螺旋電極
 5...螺旋電極
 6...螺旋電極
 7...螺旋電極
 8...螺旋電極
 9...螺旋電極用高周波電源
 10...螺旋電極用マッチング回路
 11...螺旋電極用接続ケーブル
 12...螺旋電極

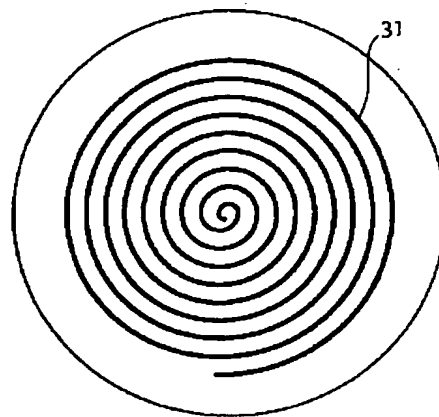
【図 11】



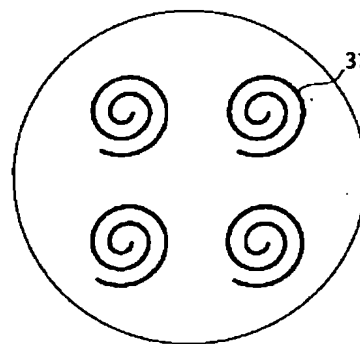
【図 9】



【図 14】



【図 15】



【手続補正書】

【提出日】平成 6 年 1 2 月 1 5 日

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正内容】

【0005】従来の一般的な平行平板型のプラズマ処理装置の構成を、図 7 を参照して説明する。図 7 において、真空容器 3 内に基板 5 を載置する基板電極 4 と対向電極 30 とを配設し、これらの電極 4、30 間に電極用高周波電源 6 にて高周波電圧を印加することによって真空容器 3 内にプラズマを発生させるように構成されている。なお、電極用マッチング回路 7 は負荷インピーダンスを電極用接続ケーブル 8 の特性インピーダンスにマッチングさせるための回路である。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正内容】

【0018】そこで、大面積に均一なプラズマを発生させることができ、かつ放電コイル 31 のインピーダンスを小さくできるような放電コイルの構成として、図 15 に示すように、複数の渦形コイルを並列接続する方法が考えられる。しかし、このような放電コイル構成にすると、隣合うコイル同志の作る高周波磁界が一部相殺するため、十分なプラズマ密度を得ることができないという問題を生じる。我々の測定によれば、1.3 μH の渦形コイルの 1 つを用いた場合に比較して、同じ渦形コイル 4 つを並列接続で用いた場合には、放電コイルのトータルインダクタンスは 0.51 μH となり、59%に低減できたが、プラズマ密度は 11%に低下してしまった。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0035

【補正方法】変更

【補正内容】

【0035】上記各実施例において、放電コイルの形状はこれらに限定されるものではない。例えば、渦形コイル、螺旋形コイルの多重度は 4 でなくてもよく、何重で

あってもかまわない。多重度が高いほど放電コイルのインピーダンスは小さくできるため、より大きな処理面積への対応、より高い電源周波数への対応が可能となる。また、放電コイルが多重の渦形、あるいは多重の螺旋形であるのは、必ずしも放電コイル全部である必要はない。図 3、図 4、図 5、図 6 に示すような放電コイルの一部が多重の渦形、あるいは多重の螺旋形であつてもよい。

【手続補正 4】

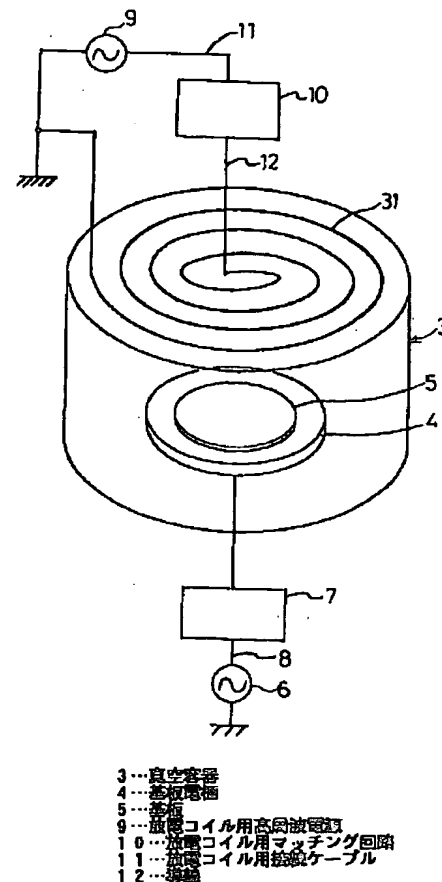
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 8

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶

H 0 1 L 21/205

21/3065

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所